

Пиннинг уровня Ферми на (110) поверхности III-As полупроводников

П.А. Алексеев, М.С. Дунаевский, В.Л. Берковиц

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Россия
prokher@gmail.com

Методом Кельвин-зонд микроскопии установлено, что на (110) поверхности III-As полупроводников при окислении уровень Ферми закрепляется на расстоянии от уровня вакуума в 4.8 ± 0.1 эВ и 4.9 ± 0.1 эВ для n- и p-типа соответственно.

Fermi level pinning on the (110) surface of III-As semiconductors

P.A. Alekseev, M.S. Dunaevskii, V.L. Berkovits

Ioffe Institute, 194021, Saint-Petersburg, Russia

By Kelvin probe force microscopy it was revealed the positions of Fermi level pinning in the surface of III-As semiconductors. The position of pinning is of -4.8 ± 0.1 eV from vacuum level for n-type and is of -4.9 ± 0.1 eV for p-type semiconductors.

Закрепление уровня Ферми (пиннинг) вследствие высокой плотности поверхностных состояний является широко известным явлением для окисленных поверхностей III-As полупроводников. Для GaAs и AlGaAs поверхностные состояния приводят к закреплению уровня Ферми примерно в середине запрещённой зоны. Для InAs такое закрепление происходит на 0.13 эВ выше дна зоны проводимости [1]. При этом в GaAs положение уровня Ферми для окисленных поверхностей, совпадает с тем, которое наблюдается при нанесении слоев различных металлов, что приводит к независимости высоты Шоттки-барьера от работы выхода металла [2].

Природа поверхностных состояний в III-As до сих пор остаётся дискуссионной. Мы показали, что формирование слоя атомов мышьяка на поверхности кристаллической структуры III-As при окислении обуславливает появление поверхностных состояний, ответственных за закрепление уровня Ферми [3]. При исследовании использовалась комбинация методов просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), EDX, спектроскопии комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции, а также Кельвин-зонд микроскопии. Обнаружено, что в атмосферных условиях под действием интенсивного лазерного излучения на поверхности нанопровода происходит образование двойного слоя As/GaO_x (Рис.1). Рост толщины As слоя сопровождается уменьшением интенсивности фотолюминесценции (ФЛ).

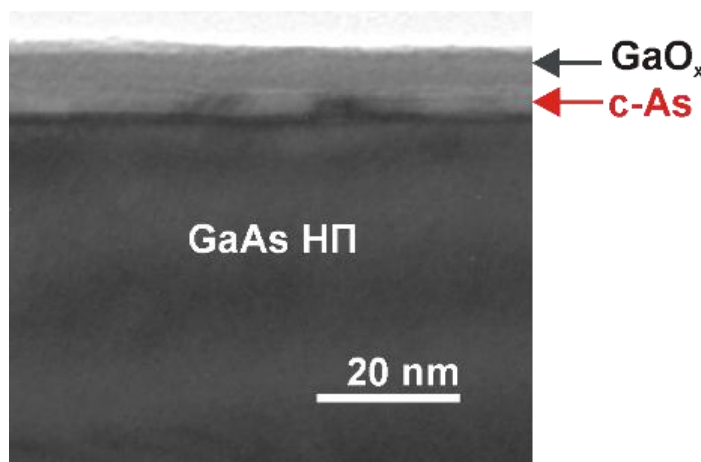


Рисунок 1. ПЭМ изображение участка GaAs НП вблизи поверхности после фотоокисления.

Таким образом, главным источником поверхностных состояний, приводящих к закреплению уровня Ферми в III-As полупроводниках, является слой атомов мышьяка. Это предположение подтверждается одинаковым положением закрепления уровня Ферми

для всех III-As полупроводников относительно уровня вакуума (работа выхода). Измерения методом Кельвин-зонд микроскопии на поверхности сколов GaAs/AlGaAs и GaAs/InGaAs гетроструктур выявили схожие работы выхода для гетерослоёв различного состава, но одинакового уровня и типа легирования. Для (110) поверхности III-As полупроводников положения закрепления уровня Ферми относительно уровня вакуума составили 4.8 ± 0.1 эВ и 4.9 ± 0.1 эВ для n- и p-типа соответственно.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №16-32-60147 мол_а_дк.

1. H.-U. Baier et al, *Solid State. Commun.*, **58**, 327 (1986).
2. W.E. Spicer et al, *Phys. Rev. Lett.*, **44**, 420 (1980).
3. P.A. Alekseev et al, *J. Appl. Phys.*, **121**, 074302 (2017).